

10/ 521 952

PCT/JP03/05779 ~~112~~

日 本 国 特 許 庁

08.05.03

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月23日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-214043

[ST.10/C]:

[JP2002-214043]

出 願 人

Applicant(s):

湖北工業株式会社

REC'D 27 JUN 2003

WIPO

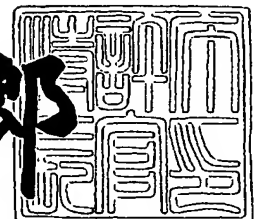
PCT

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 6月13日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3046237

【書類名】 特許願

【整理番号】 13662001

【提出日】 平成14年 7月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/38  
B23K 26/00

【発明の名称】 光通信用ファイバレイおよびその製造方法

【請求項の数】 8

【発明者】

    【住所又は居所】 奈良県奈良市左京3丁目8-5 A 2 0 2

    【氏名】 邱 建 栄

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府京都市左京区田中下柳町8-9 4

    【氏名】 平 尾 一 之

【発明者】

    【住所又は居所】 滋賀県伊香郡高月町大字高月1 6 2 3 番地 湖北工業株式会社内

    【氏名】 吉 澤 修 平

【発明者】

    【住所又は居所】 滋賀県伊香郡高月町大字高月1 6 2 3 番地 湖北工業株式会社内

    【氏名】 矢 嶋 保

【発明者】

    【住所又は居所】 滋賀県伊香郡高月町大字高月1 6 2 3 番地 湖北工業株式会社内

    【氏名】 石 井 太

【特許出願人】

    【識別番号】 392017004

    【住所又は居所】 滋賀県伊香郡高月町大字高月1 6 2 3 番地

【氏名又は名称】 湖北工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075812

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

【選任した代理人】

【識別番号】 100091487

【弁理士】

【氏名又は名称】 中 村 行 孝

【選任した代理人】

【識別番号】 100094640

【弁理士】

【氏名又は名称】 紺 野 昭 男

【選任した代理人】

【識別番号】 100107342

【弁理士】

【氏名又は名称】 横 田 修 孝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光通信用ファイバアレイおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ファイバを挿入するための基材と、挿入された前記光ファイバを押圧固定するための押さえ板とからなる光通信用ファイバアレイであって、前記基材が、前記光ファイバを挿入するための複数の溝を有し、隣接する前記溝間の中心間距離の精度が $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内であり、隣接する前記溝間の溝長さ方向の平行度が $\pm 0.1^\circ$ 以内であることを特徴とする、光通信用ファイバアレイ。

【請求項 2】

前記溝の断面形状が、U字形またはV字形である、請求項 1 に記載の光通信用ファイバアレイ。

【請求項 3】

前記溝の断面形状が、半円形であり、前記押さえ板にも、前記基材と対応した部分に半円断面形状の溝が形成されてなる、請求項 1 に記載の光通信用ファイバアレイ。

【請求項 4】

前記基材および前記押さえ板の基材が、酸化珪素を主成分とするガラス、ガラスセラミックおよび石英ガラス、透光性アルミナ、ならびに酸化ジルコニウムからなる群より選択されたものである、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の光通信用ファイバアレイ。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の光通信用ファイバアレイの製造方法であって、

前記光ファイバを基材に挿入するための溝を、パルスレーザ加工により形成し

形成された前記溝に光ファイバを挿入し、

光ファイバが挿入された基材と押さえ板とを接合する、

工程を含むことを特徴とする、光通信用ファイバアレイの製造方法。

【請求項 6】

前記パルスレーザが、フェムト秒レーザである、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記レーザ加工後、形成された溝の内壁をエッチング処理する工程を含む、請求項 5 または 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記エッチング処理を、フッ酸、塩酸、硝酸、硫酸からなる群より選択される少なくとも 1 種以上の無機酸により行う、請求項 7 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバを接続するために用いられる光通信用ファイバアレイに関し、特に多芯光通信用ファイバアレイに関するものである。

【0002】

【従来技術】

近年、情報伝達の高速化・大容量化から、光ファイバを用いた情報通信が広く行われるようになってきている。これらの光ファイバを用いた情報通信では、光ファイバ同士、または光ファイバと光情報機器とを接続する必要があり、かかる接続には、光通信用フェルールや光通信用ファイバアレイ等の光コネクタが使用されている。また、小型化・高集積化の要請により、これらの光コネクタは、多芯のものが使用されるようになってきている。

【0003】

光コネクタは、基材に形成した挿入孔に光ファイバを挿入し固定した構造を有するため、光ファイバの接続損失を防ぐためには、光ファイバの光軸がずれないように挿入孔の寸法精度をサブミクロンのオーダーで制御する必要がある。上記のように光コネクタが多芯化や小型化されることにより、更なる寸法精度が求められるようになってきている。

【0004】

射出成形や押し出し成形により成形を行い、焼成、加工の工程をへて製造され

る従来のファイバアレイやフェルールでは、光ファイバを挿入させるための挿入孔の寸法精度を、その工程上、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下にすることが困難である。

#### 【0005】

そのため、例えば特開平11-174274号公報に記載されているように、二酸化珪素やシリコン基板等の基板にV字溝を形成し、押さえカバーにより光ファイバを挟持して固定する構造のものが用いられている。この加工方法では、上記の成型技術を用いる場合と異なり、切削加工により基材にV字溝を形成し、砥石により仕上げ加工を行うことにより、形成したV字溝の寸法精度は、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下にすることが可能である。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、V字溝の寸法精度を一定に保つためには、常に砥石の形状補正を行う必要があるため、生産性が劣るという問題があった。また、押さえカバーを使用するため、V字溝を多重配列とする場合には、配列毎に押さえカバーを必要とするため、光通信用アレイを小型化・集積化する上で限界があった。さらに、従来のV字溝では、光ファイバを挿入し押さえ板で押圧固定した時に、基材と光ファイバとの隙間が大きいため、接着剤の使用量が多く、接着剤が凝固する際に光ファイバに応力がかかり、光伝送特性の劣化の原因となっていた。

#### 【0007】

したがって、本発明の目的は、寸法精度が高くかつ加工が容易で安価な、多芯化された光通信用ファイバアレイを提供するとともに、光ファイバを基材に固定する際の接着剤の使用量を低減できる光通信用ファイバアレイを提供することにある。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明の光通信用ファイバアレイは、光ファイバを挿入するための基材と、挿入された前記光ファイバを押圧固定するための押さえ板とからなる光通信用ファイバアレイであって、前記基材が、前記光ファイバを挿入するための複数の溝を有し、隣接する前記溝間の中心間距離の精度が土

0.5  $\mu\text{m}$ 以内であり、隣接する前記溝間の溝長さ方向の平行度が $\pm 0.1^\circ$ 以内であることを特徴とする。このような寸法精度の溝を形成することにより、結合損失の少ない光コネクタを提供することができる。

【0009】

また、好ましい態様としては、前記溝の断面形状が、U字形またはV字形であり、別の好ましい態様としては、前記溝の断面形状が、半円形であり、前記押さえ板にも、前記基材と対応した部分に半円断面形状の溝が形成されているものである。このようにV字またはU字形の溝とすることにより、光ファイバを基材に挿入する際、簡易に光ファイバの位置決めを行うことができる。また、基材と押さえ板との双方に、半円形の断面形状の溝を形成することにより、光ファイバを基材に挿入し押さえ板で押圧固定する際、接着剤の使用量を低減することができる。

【0010】

さらに、前記基材および前記押さえ板の基材が、酸化珪素を主成分とするガラス、ガラスセラミックおよび石英ガラス、透光性アルミナ、ならびに酸化ジルコニウムからなる群より選択されたものであることがより好ましい。このように透明性の基材を用いることにより、レーザ加工時の基材の熱損傷を避けることができる。

【0011】

本発明の別の態様として、上記の光通信用ファイバアレイの製造方法は、光ファイバを基材に挿入するための溝を、パルスレーザ加工により形成し、形成された前記溝に光ファイバを挿入し、光ファイバが挿入された基材と押さえ板とを接合する、工程を含むことを特徴とするものである。好ましくは、前記パルスレーザが、フェムト秒レーザである。

【0012】

また、本発明の態様として、前記レーザ加工後、形成された溝の内壁をエッチング処理する工程を含むことが好ましく、特に、前記エッチング処理を、フッ酸、塩酸、硝酸、硫酸からなる群より選択される少なくとも1種以上の無機酸により行うことがより好ましい。このようにエッチング処理することにより、さらに

加工精度を高めることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

本発明の光通信用ファイバレイおよびその製造方法について、図面に基づき詳細に説明する。

【0014】

図1は、本発明の実施形態を示す、光通信用ファイバレイの概略図である。まず、基材となる矩形基材1を準備する。基材は、酸化珪素を主成分とするガラス、ガラスセラミック、石英ガラス、透光性アルミナ、酸化ジルコニウム等の透明材料を用いる。後に説明するレーザ加工の際の基材の熱損傷を防ぐためである。したがって、基材に含まれる $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{BaO}$ 等の不純物は、50ppm以下にしておくことが好ましい。不純物が50ppmより多くなると、基材の透明性が損なわれる。また、基材は、孔空け加工する前に端面を光学研磨しておく。

【0015】

基材の溝は、パルスレーザ加工により行う。基材を保持し、レーザ照射軸と基材との位置合わせを行う。対物レンズにより、所定のスポット径になるように調整を行う。なお、スポット径は、使用する光ファイバの外径により適宜調整される。

【0016】

基材の孔空け加工の際、基材としてガラス等を用いた場合、高出力のレーザ光を連続照射すると、基材中のレーザ照射された部分が急激に温度上昇を起こし、ヒートショックにより基材にクラックを発生させてしまう。そのため、レーザ加工は、パルスレーザにより加工を行うのが好ましい。加工に使用するパルスレーザとしては、特に限定するものではなくYAGレーザ、エキシマレーザ等の公知のものを使用することができるが、特にアルゴンイオン励起Ti-サファイヤレーザが好ましい。なお、本発明において好適に用いられる「フェムト秒レーザ」とは、レーザパルス幅が、1ps以下のものを意味する。

【0017】

このようにパルスレーザ加工で溝を形成することにより、基材上に複数の溝を平行して形成した場合であっても、隣接する各溝の中心間距離の精度を $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以下にすることができ、溝形成後に、精度向上のための仕上げ加工を行う必要がなくなる。また、各挿入孔の中心間距離の精度が向上するだけでなく、複数の挿入孔の軸方向の平行度を $0.1^\circ$ 以下とすることができ、非常に高精度な加工が可能となる。なお、各挿入孔の中心間距離とは、図2に示すように、隣接する各挿入孔端部の中心を結んだ直線距離の平均値からのずれをいい、また、軸方向の平行度とは、基準軸（基材のレーザ照射面と垂直な軸方向）と各挿入孔の軸とのなす角度を意味する。

## 【 0 0 1 8 】

溝は従来のようにV字形になるように加工しても良いが、図3に示すようにU字形、更には、図4に示すように基材側に半円形の溝を形成し、押さえ板2側にも半円形の溝を形成することにより、光ファイバを挿入固定する際の、接着剤の使用量を低減することができる。接着剤の使用量を減らすことにより、接着剤が収縮凝固する際に光ファイバにかかる応力を低減することができ、光伝送特性の劣化を低減することができる。また、溝の断面形状をU字形や半円形とすることにより、隣接する溝と溝との間隔を狭くすることが可能となるため、より高密度に光ファイバを敷設することができる。なお、溝の断面形状は、レーザ加工の加工条件（出力、パルス幅およびスキャン速度等）を適宜調節することにより、任意の形状とすることができる。予想外のことに、隣接する溝間の間隔を狭め、光ファイバを高密度化すると、光ファイバの結合損失を低減できるとの知見を得た。これは、複数の溝を形成した場合に、隣接する各溝の間隔を狭めることにより両端の溝間距離を短縮でき、それにより各溝の寸法精度が向上するためと考えられる。図5に示すように、孔ピッチをさらに狭くするために、断面形状を完全な円形ではなく、隣接する孔が繋がるように、基材1および押さえ板2の溝を形成しても良い。

## 【 0 0 1 9 】

なお、上記のようなU字形および半円形の溝は、当然のことながら、従来の方法である、射出成形、押し出し成形、スリップキャスト法プレス成形等の金型技

術を用いても、また研削加工によっても形成することができる。

#### 【0020】

パルスレーザ加工は基材を熱溶融させて加工を行うため、形成された溝はその壁面がなめらかであることが特徴であるが、レーザ加工時に溝の壁面に結晶粒が形成されることもあるため、パルスレーザ加工後に、溝壁面をエッチング処理して、結晶粒を取り除くことが好ましい。エッチング処理液としては、フッ酸、塩酸、硝酸、硫酸からなる群より選択される少なくとも1種以上の無機酸を使用することができる。

#### 【0021】

##### 【実施例】

##### 実施例 1

パルス繰り返し周波数が1 kHz、中心波長が800 nmのLD励起Tiサファイアパルスレーザを5倍の対物レンズで集光し、スポット径を125  $\mu$ mに調節し、レーザ照射面を光学研磨した厚さ3 mmの矩形上の石英ガラス製基材（材料のバンドギャップが7.9 eV）に、レーザ照射を行った。照射条件および加工速度は、パルス幅130 フェムト秒以下、100 mWの出力で、スキャン速度が100  $\mu$ mであった。基材に250  $\mu$ m間隔で8本の溝を形成した。次に、溝が形成された基材を、4 wt %のフッ酸水溶液に1時間浸漬し、超音波洗浄器を用いてエッチング処理を行うことにより、U字形の溝が形成されているのを確認した。隣接する各溝間の寸法精度は、125  $\mu$ m  $\pm$  0.5  $\mu$ mであり、各溝のZ軸方向（溝の長軸方向）の平行度は $\pm$ 0.05°であった。また、両端の溝の中心間距離は、1905  $\mu$ m  $\pm$  0.4  $\mu$ mであった。

#### 【0022】

得られたU字形溝に光ファイバを各溝に敷設し、紫外線硬化型の接着剤を塗布して、基材と同じ材質の押さえ板で光ファイバを押圧し、紫外線照射することにより固定し、光通信用アレイを得た。

#### 【0023】

得られた光通信用アレイを、コリメータを用いて結合損失を測定した。溝間隔が250  $\mu$ mのアレイでは結合損失が、0.26 dBであった。

## 【 0 0 2 4 】

## 実施例 2

実施例 1 と同様の条件で、溝間隔を  $125\ \mu\text{m}$  にして、U 字形溝を基材に形成した。隣接する各溝間の寸法精度は、 $125\ \mu\text{m} \pm 0.5\ \mu\text{m}$  であり、各溝の Z 軸方向（溝の長軸方向）の平行度は  $\pm 0.05^\circ$  であった。また、両端の溝の中心間距離は、 $1000\ \mu\text{m} + 0.4\ \mu\text{m}$  であった。

## 【 0 0 2 5 】

次に、実施例 1 と同様にして光ファイバを基材に敷設して光通信用アレイを得、コリメータを用いて結合損失を測定したところ、溝間隔が  $125\ \mu\text{m}$  のアレイでは、結合損失が、 $0.16\ \text{dB}$  であった。

## 【 0 0 2 6 】

## 比較例 1

基本波  $1064\ \text{nm}$ （倍波  $532\ \text{nm}$ 、三倍波  $355\ \text{nm}$ ）の YAG レーザを、5 倍の対物レンズで集光し、スポット径  $125\ \mu\text{m}$  に調整し、レーザ照射面を光学研磨した厚さ  $5\ \text{mm}$  の矩形の石英ガラス製基材（材料のバンドギャップが  $7.9\ \text{eV}$ ）に、レーザ照射を行った。照射条件および加工速度は、パルスエネルギーが  $5\ \text{mJ}$ 、スキャン速度が  $100\ \mu\text{m}$  であった。

## 【 0 0 2 7 】

その結果、基材の表面が僅かに窪んだだけで、V 字型溝は形成されなかった。また、レーザを照射した基材表面とその裏面とには、マイクロクラックの発生が観測された。

## 【 0 0 2 8 】

## 【発明の効果】

本発明により、寸法精度が高くかつ加工が容易で安価な、多芯化された光通信用フェルールが得られ、また、光ファイバを基材に固定する際の接着剤の使用量を低減できる光通信用ファイバアレイが得られる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の実施形態を示す、光通信用ファイバアレイの概略図を示したものであ

る。

【図 2】

本発明の光通信用ファイバアレいのV字形溝部分を拡大した図である。

【図 3】

本発明の光通信用ファイバアレいの別の態様を示した図である。

【図 4】

本発明の光通信用ファイバアレいの別の態様を示した図である。

【図 5】

本発明の光通信用ファイバアレいの別の態様を示した図である。

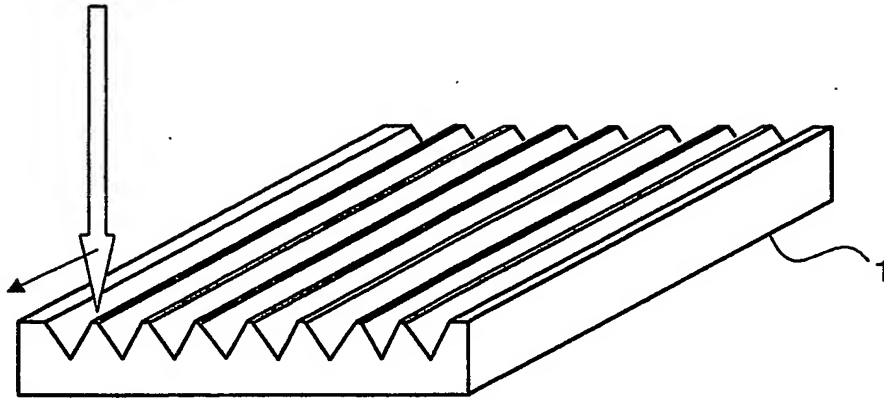
【符号の説明】

- 1 基材
- 2 押さえ板

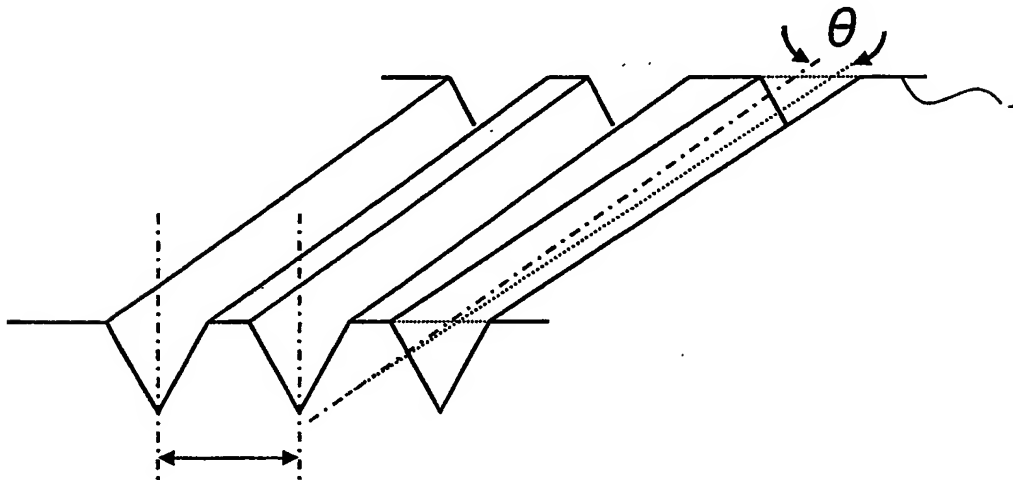
【書類名】 図面

【図 1】

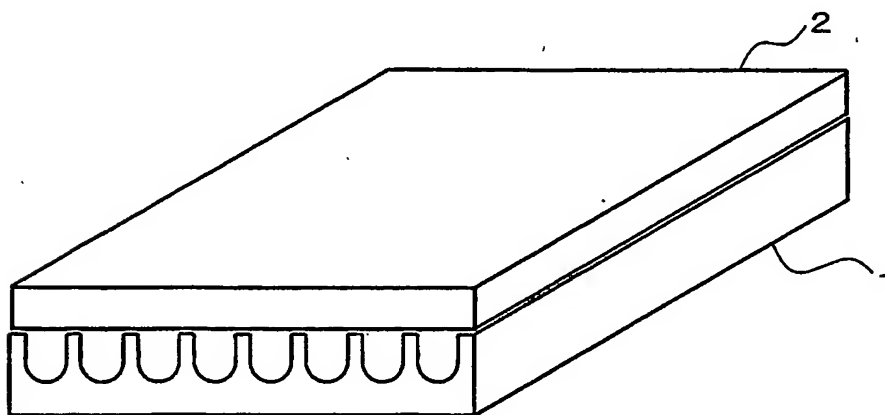
パルスレーザー光



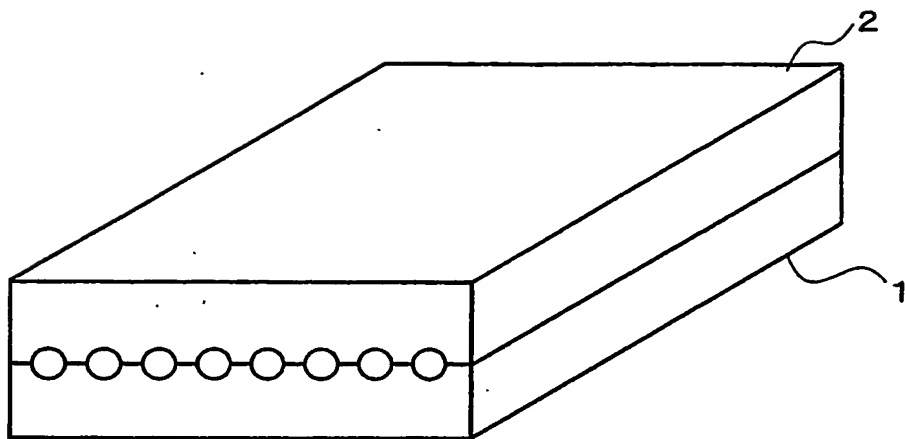
【図 2】



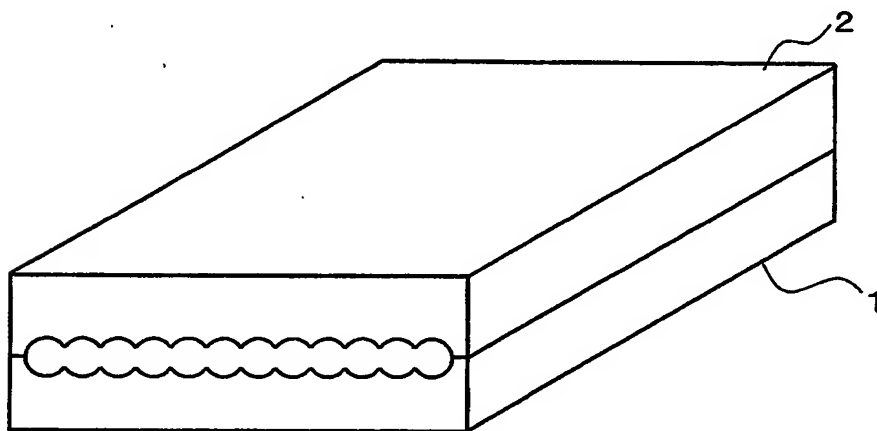
【図 3】



【图 4】



【图 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 寸法精度が高くかつ加工が容易で安価な、多芯化された光通信用ファイバアレイを提供するとともに、光ファイバを基材に固定する際の接着剤の使用量を低減できる光通信用ファイバアレイを提供する。

【解決手段】 光ファイバを挿入するための基材と、挿入された前記光ファイバを押圧固定するための押さえ板とからなる光通信用ファイバアレイであって、前記基材が、前記光ファイバを挿入するための複数の溝を有し、隣接する前記溝間の中心間距離の精度が $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内であり、隣接する前記溝間の溝長さ方向の平行度が $\pm 0.1^\circ$ 以内であることを特徴とする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [392017004]

1. 変更年月日 1992年 5月21日

[変更理由] 新規登録

住 所 滋賀県伊香郡高月町大字高月1623番地  
氏 名 湖北工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**